



TITLE:

林木のさしきに関する研究:とくに
,植物ホルモンのバランスと発根と
の関係

AUTHOR(S):

小笠原, 健二; 四手井, 綱英

CITATION:

小笠原, 健二 ...[et al]. 林木のさしきに関する研究:とくに, 植物ホルモ
ンのバランスと発根との関係. 京都大学農学部演習林報告 1964, 35: 19-
38

ISSUE DATE:

1964-02-15

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/191382>

RIGHT:

林木のさしきに関する研究

とくに、植物ホルモンのバランスと発根との関係

小笠原 健二・四手井 綱英

Kenji OGASAWARA and Thunahide SHIDEI

Studies on the Cuttings of Forest Trees.

—Especially, Relationship between the Rooting Responses of Cuttings and the Balance of Phytohormones in Cuttings.

目 次

緒 言	19	(5) ま と め	28
第1章 ホルモンと発根	19	2. 萌芽枝の発根	28
第1節 植物ホルモンのバランス	20	3. 冬芽の有無とホルモン処理	30
第2節 ホルモン処理	21	第2節 環境条件	31
ま と め	23	1. さしき用土	31
第2章 アカマツのさしき	23	2. 光 線	32
第1節 萌芽枝のさしき	23	3. 温 度	33
1. 生理的条件	23	ま と め	34
(1) ホルモン	23	結 び	34
(2) C, N含有量	23	摘 要	35
(3) さしほの浸出液がポプラの発根に およぼす影響	24	文 献	36
(4) さしほの水分収支の関係	25	Résumé	37

緒 言

最近育種的手段としてのさしきの重要性がみとめられ、各方面から研究が進められてはいるが、さしきの発根の機作は非常に複雑でまだ十分に解明されるにいたっていない。

本研究は発根にきわめて重要な役割をはたしているといわれる植物ホルモンと発根との関係を明らかにし、さらに進んでホルモン処理の影響を検討して、その処理効果を大ならしめることと、これらの基礎研究の結果を応用して発根困難樹種アカマツのさしきの発根を向上せしめることを目的としたものである。本報告はこのような目的のもとにおこなった一連の実験結果をとりまとめたものである。しかし、前述のようにさしきの発根の機作に関してはまだまだ研究を要する幾多の問題が残されている。これらについては今後の研究にまちたい。

本論にはいるにさきだち、援助を得た造林学研究室の諸氏、実験をおこなうにあたり協力をえた上賀茂試験地の職員諸氏にたいし深謝する。なお、四手井は広く計画・指導にあたり、小笠原は実験の実行ととりまとめを行なった。

第1章 ホルモンと発根

樹木のさしきのホルモン処理については、すでに多くの研究がなされている。これらの研究結果に

よればホルモン処理は効果のみとめられる場合とそうでない場合、かえって逆効果のある場合などがある。しかし、ホルモン処理は顕著な発根促進作用のある場合があるからなお研究の必要があろう。とくに、従来の林木のさしきに関する研究報告には単に処理の効果の有無だけを論じたものが多く、それ以上深く究明しようとしたところみがすくなく、基礎研究の不足が痛感せられる。したがって、ホルモン処理の能率をたかめるための基礎的応用的研究を進める必要がある。

そこで、まずさしは体内の植物ホルモンと発根との関係をしらべ、次いでホルモン処理の効果を検討した。

第1節 植物ホルモンのバランス

さしはの植物ホルモンと発根との関係を明らかにする目的で、発根に相当明らかな差のあったメタセコイアの樹冠の上部と下部とから採取したさし⁹⁾はのホルモン量をしらべた。まず、この2部位から50g ずつの生鮮試料をとり、ただちに細断して0°C で24時間、エーテルで抽出した。抽出液は40°C で蒸発乾固し、その残渣を1ccのエーテルにとかして、その0.1ccをとって東洋炉紙No.2の原点に带状にぬりつけ、イソ・プロパノール(3)、アムモニア水(1)、水(1)の混合液を展開媒液として常法によって展開した。えられたクロマトグラムをアベナ・テスト(伸長試験)にかけて生長促進物質と生長抑制物質とをもとめた。第1図は4月15日に13年生の母樹からとった試料についての実験結果を示したものである。

第1図によって明らかなように、発根のよい樹冠の下部からとった試料よりも発根のわるい樹冠上部からとった試料において生長促進物質量がすくなく、生長抑制物質量が多かった。さらにこの関係を確認しようとして、5月15日と23日とに再度実験した。その結果さきの実験と同じ傾向がみられた。

以上の実験結果から、生長促進物質と生長抑制物質との量的関係すなわち両者の量的なバランスが発根と関係しているように考えられた。そこで、このホルモンのバランスを示す方法として、アベナのプラスの総伸長量とマイナスの総伸長量との比率(ホルモンの比率)をもとめてみた。その結果は第1表のとおりである。

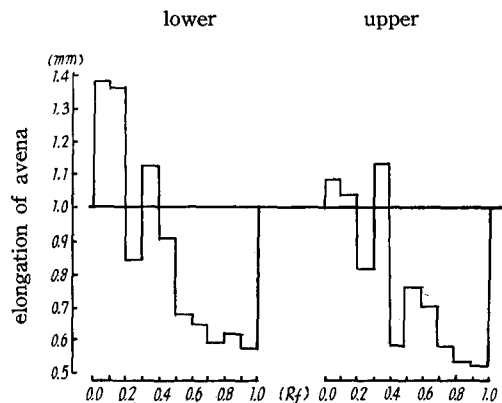


Fig. 1. The results of Avena straight growth test.

Table 1. Ratio of the volume of growth inducing substances to the growth inhibiting substances (hormone ratio).

Collecting date of materials	Apr. 15	May 15	May 23
Krone			
Upper parts	0.1	0.1	0.1
Lower parts	0.40	0.33	0.27

第1表によってわかるように、発根のよい樹冠の下部においてホルモンの比率がたかかった。また、4月から8月にかけては採穂時期がおそくなるほど発根がわるくなる傾向があったが、ホルモンの比率も4月から5月下旬にかけて次第に小さくなるようであった。したがって、この比率の大小によってある程度発根の難易がきまるのではないと思われる。

ホルモンの比率と発根との関係をさらにたしかめるために、3年生、5年生、13年生のメタセコイアと5年生、70年生(推定)のスギの樹冠の下部から50gづつの生鮮試料をとってアベナ・テストにかけ、ホルモンの比率をもとめた。その結果は第2表のとおりであった。

Table 2. Hormone ratio

Species	Age of tree	Hormone ratio	Species	Age of tree	Hormone ratio
Metasequoia	3	0.32	Cryptomeria	ca. 5	0.43
glyptostroboides	5	0.26	japonica	ca. 70	0.30
	13	0.06			

第2表によってわかるとおり、メタセコイアでもスギでも年令のわかいほどホルモンの比率が大きい傾向があった。小笠原⁸⁾はアカマツで同じ傾向をみとめている。これらの樹種ではさしきの発根は母樹の年令がわかいほど容易であるとされているから、ホルモンの比率がたかいさしほど発根しやすい傾向があるように思われる。しかし、第2表によって明らかなように、異種間の発根の差異はホルモンの比率の高低のみでは説明できない。これはホルモン以外の物質が発根に関係するためであろう。なお、ホルモンの比率が発根を左右する一要因であることは疑いないとしても同時にホルモンの絶対量を考慮する必要があるであろう。

第2節 ホルモン処理

これまでの水耕によるさしき実験⁹⁾によって、ポプラ、メタセコイアではホルモン処理によってホルモンの比率をたかめると発根が促進せられる場合の多いことがわかった。しかし、その効果は一定でなかった。これはホルモン処理の効果が無処理の場合の発根の良否に左右されるためではないかと思われる。そこで上記の両樹種について無処理のさしきの発根率の高低とホルモン処理の効果とのあいだの関係を検討した。

これまでの実験によってホルモン処理にはさしきの発根勢をつよめ、全体として発根をはやめる効果がみとめられたので、まず発根の過程を(A)ホルモン処理区の発根が最盛となった時期(B)無処理区の発根が最盛となった時期(C)ホルモン処理区と無処理区との発根率がほぼおちついた値を示すようになった時期の3時期にわけて、それぞれの時期における無処理区とホルモン処理区との発根の関係をしらべた(第2図)。

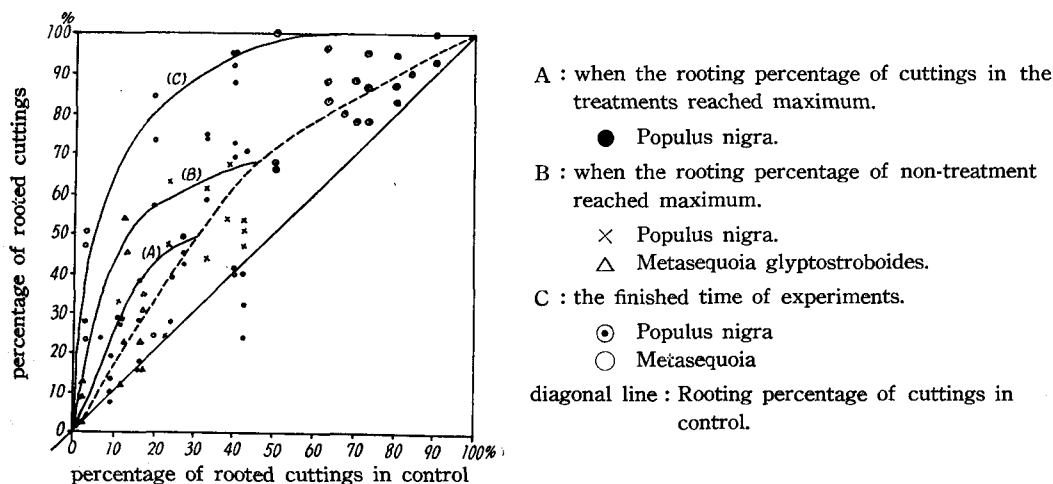


Fig. 2 Relationship between the percentage of rooted cuttings in control and the rooting percentage of cuttings in hormone treatment plot. (1)

第2図は無処理の発根率を対角線上にとり、そのおのおのに対応する処理区の発根率を縦軸上に図示したものである。図によってわかるように、明らかにホルモン処理の効果はみとめられたが、A, B, C 3 時期における効果には同じような傾向があった。したがって、ホルモン処理の効果はいずれの時期において検討しても大きなちがいはないと思われる。そこで便宜上処理区と無処理区との発根率がほぼおちついた値を示すようになった時期について検討することとし、第2図と同様にして無処理区と処理区との発根率を示したのが第3図である。

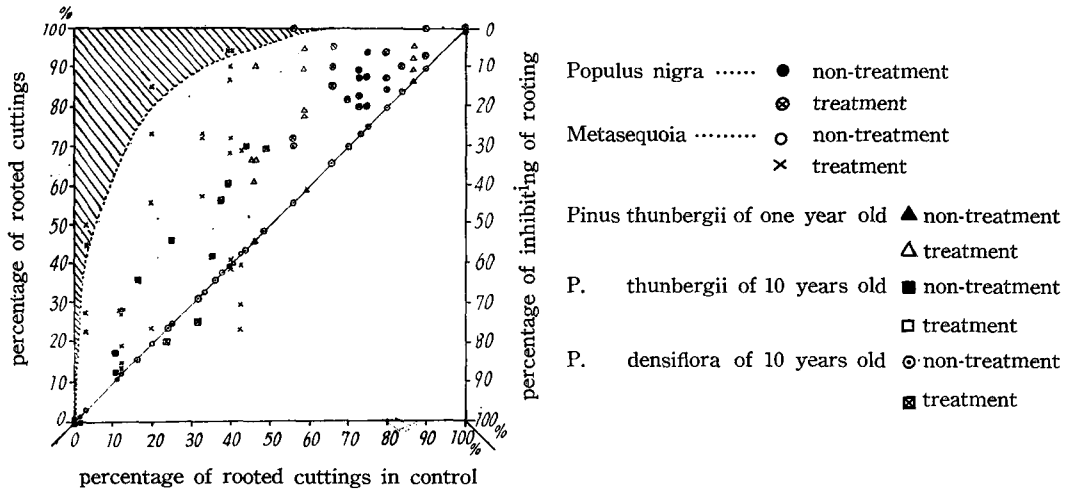


Fig. 3. Relationship between the rooting percentage in control and the rooting percentage in hormone treatment plot. (I)

今発根に必要なすべての条件が完全にみたされた場合を仮定すると、その場合にはさしつけ後一定期間をすぎたとき一斉に全部のさしほが発根するはずである。ところが実際には一斉に 100 % 発根することはない種々の差があらわれる。これは発根に不利な要因がはたらき、その作用がさしほごとに異なるためであろう。発根に不利な要因としてはホルモン、ホルモン以外の内的条件、環境条件が考えられる。第3図に示すように、無処理の発根率を対角線上にとれば 100 % から各無処理区の発根率をさしひいた範囲すなわち対角線より上の部分は上述の発根抑制要因の影響によるものと考えられる。ホルモン処理をすると発根が促進せられたが、この発根の促進せられた範囲はホルモンが抑制要因となっていたもので、ホルモン処理によって発根率をたかめえなかった範囲はホルモン以外の要因の影響であろう。このホルモン以外の発根抑制要因の影響は無処理のさしほの発根がわるい場合ほど大で、ホルモン処理の効果は無処理区のさしほの発根率が約 20~30 % のときにもっとも大きいようであった。

これまでのポプラとメタセコイアの実験でホルモン処理の効果が一致しなかった原因は前述のことから説明できるように思う。ポプラのさしきでホルモン処理の効果がもともと発根のわるい場合に大きく、無処理の場合の発根がよくなるにしたがって効果が小さくなったのはポプラがもともと非常に発根の容易な樹種で発根のわるい場合でも 30 % 以上は発根したからであり、メタセコイアでは、ポプラの場合とは逆に、もともと発根のすぐれている場合ほど処理の効果が大きかったのはメタセコイアがポプラよりも発根が困難で無処理の発根率が 30 % 以下の場合が多かったためであろう。したがって、ポプラとメタセコイアのさしきのホルモン処理の効果には本質的には差がなく、ポプラでも無処理のさしほの発根率が 30 % 以下になれば発根に適した場合ほど処理の効果は大きくなるであろうし、またメタセコイアでも無処理で 30 % 以上発根する場合には発根がよくなるにしたがって処理効果は減少するであろう。

次にアカマツとクロマツについてみると、第3図に示したように、クロマツでは発根の容易な1年生の母樹からのさしほはポプラの場合と同様、無処理の発根がわるいほどホルモン処理の効果は大きかったが、もともと発根の非常にわるい壮令木(約20年生)からのさしほでは効果はまったくみとめられなかった。アカマツでも無処理の発根がきわめてわるい場合には処理効果はほとんどみとめられなかったが、無処理の発根がある程度よくなってくると処理の効果がみとめられるようになった(第2章参照)。

ま と め

以上要するに、さしきの発根は植物ホルモンの比率のたかいほどすぐれている傾向があり、ホルモン処理によってこの比率を適当にたかめるとある程度まで発根をよくすることができるが、その効果はホルモン以外のさしほの内的条件や環境条件によって左右せられる。したがって、ホルモン処理の効果を期待するにはまず内的条件がある程度発根に適したさしほをえらび、よい環境条件下でさしきする必要がある。しかし、発根に関係するさしほの内的条件や環境条件についての解明はまだまだ不十分で、この究明は今後に残された重要な問題である。現段階ではホルモンの比率のたかいさしほを用いてホルモン処理をするのも一法であろう。

第2章 アカマツのさしき

第1節 萌芽枝のさしき

アカマツはさしきの発根のきわめて困難な樹種であるが、母樹になんらかの処理をほどこしてホルモンのバランスをくずし、ホルモンの比率をたかめることができれば発根能力のたかいさしほがえられるのではないかと考えた。そこで、ホルモンの比率のたかいさしほをえようとして母樹の側枝を切断処理して萌芽枝の発達をうながした。母樹の側枝の先端を除去すればホルモンの生成器官である冬芽がうしなわれると同時に、そこに傷害ホルモンが生じるから、発達してくる萌芽枝はホルモンのバランスが普通枝とことなるであろう。ホルモンのバランスに変化がおこればホルモン以外の内的条件にも当然変化が生じるであろう。そこでまず萌芽枝の生理的な条件をしらべ、さらに進んでさしきの発根の良否を検討した。

1. 生理的条件

5月15日に約10年生のアカマツ5本をえらび、樹冠の下部の生長のよい側枝をえらんで前年生枝の部分のをこしてそれより先端部を切りとった。そうすると短枝の潜伏芽が生長を開始し多数の萌芽枝が発達した。翌春3月にこれらの萌芽枝を採取して発根と関係のふかいと思われるホルモン、C,N含量、発根阻害物質の有無、さしほの水分収支の関係をしらべ、普通枝のそれと比較検討した。

(1) ホルモン

第1章第1節の実験と同じ方法によって普通枝と萌芽枝とのさしほの生長促進物質と生長抑制物質との量を調べた。その結果は第4図のとおりであった。

第4図によってわかるように、萌芽枝のほうが普通枝よりも生長促進物質が多く、生長抑制物質がすくなかった。すなわち、ホルモンの比率は萌芽枝が普通枝よりもたかかった。萌芽枝は普通枝よりも形態からみて若い状態にあるのではないかと思われたが、年令のわかい樹木ほどホルモンの比率のたかい傾向のあったことよりして(第1章第1節参照)、単に形態だけでなく生理的にも多少わかがえており、発根に適した条件をそなえているように思われた。

(2) C,N含有量

約10年生の母樹から萌芽枝と普通枝とを100g(生重量)ずつとって全糖、全窒素の量をもとめ、それからC-N比を算出した。全糖はベルトラン法により、全窒素はケルダール法によって定量した。

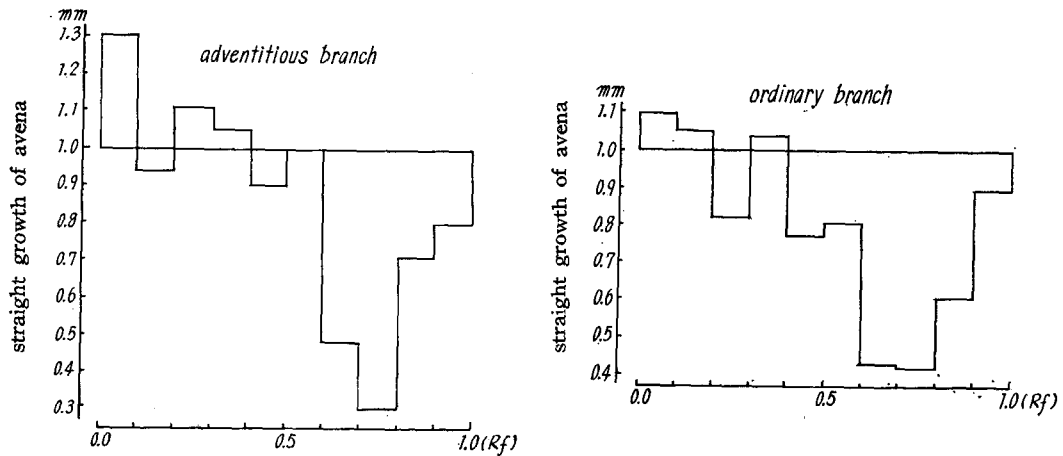


Fig. 4 The results of avena straight growth test.

その結果は第3表のとおりであった。

Table 3. C, N contents and C-N ratio

	Adventitious branch		Ordinary branch	
	Needle	stem	Needle	Stem
C (%)	10.30	9.30	11.20	9.50
N (%)	1.58	0.88	1.42	0.83
C-N ratio	6.5	10.6	7.9	1.14

第3表によってわかるように、全窒素は萌芽枝に多く、全糖は普通枝のほうに多くふくまれていた。したがって、C-N比は萌芽枝が普通枝よりもひくかった。従来の研究によればC, Nの絶対量の多しさはほどよく発根する傾向のあることが報告せられているが、本実験の結果ではC, Nの絶対量の多少という点からみると萌芽枝、普通枝いずれが発根に適しているか明らかでない。また、さしほのC-N比がたかいほど発根能力がたかい傾向のあることが報告せられているが、一方これについては異論が多い。果樹についての研究によると老令になるほどC-N比はたかくなるといわれており、萌芽枝は普通枝よりもC-N比がひくかったから生理的にわかがえっているのかもしれない。一般にさしきの発根は年令のわかい樹木からのさしほほどすぐれているからこの点では発根に適した生理的条件をそなえているのではないと思われる。

(3) さしほの浸出液がポプラの発根におよぼす影響

シダレヤナギやヤマモモのさしほには発根阻害物質がふくまれていて、さしほの水浸出液でさしほを処理すると発根が阻害せられるといわれている。アカマツについても同じことがいわれているので、アカマツの水浸出液で処理するとポプラのさしきの発根にどのような影響があらわれるかをしらべた。

(4) 発根阻害物質の有無

約25年生のアカマツからさしほとして用いるような側枝を100g, 200g, 500gずつとり、それぞれに1ℓの蒸留水をくわえてすりつぶし暗所に24時間放置した後濾過した。これらの濾液150ccずつをビーカーにとり、これに約10cmの長さに穂づくりしたポプラのさしほの基部を浸漬し、24時間吸収させた後ガラス室内の鹿沼土床にさしつけた。実験は2回おこない、第1回は4月20～21日に浸出液をつくりただちにさしほを処理した後22日さしつけ25日後に掘りとった。第2回は8月25～26日に浸出液をつくり、27日にさしつけ12日後に掘りとった。その結果は第4表のとおりであった。

Table 4. The influences of water extracts of branches with leaves of *Pinus densiflora* on the rooting of *Populus nigra* cuttings

	Extracts	Number of cuttings	Rooting percentage	Non-rooting percentage	Number of main roots	Length of main roots (cm)
First experiment	500 g/l	90	100	0.0	9.1±6.03	25.2±12.08
	200 g/l	90	100	0.0	8.8±6.12	31.2±19.16
	100 g/l	90	98.9	1.1	3.7±2.06	11.0± 8.73
	Water (Control)	90	98.9	1.1	5.2±2.79	19.7±10.31
Second experiment	500 g/l	50	92.0	8.0	3.8±1.74	11.2± 8.34
	200 g/l	50	94.0	6.0	4.1±1.93	9.4± 5.59
	100 g/l	50	86.0	14.0	3.5±2.19	16.9±10.46
	Water (Control)	50	96.0	4.0	3.2±1.47	8.9± 5.45

第4表によってわかるように、アカマツの水浸出液にはポプラのさしきの発根を阻害する作用はみとめられなかった。

(d) 萌芽枝と普通枝の水浸出液がポプラのさしきの発根におよぼす影響

さきの実験と同じ要領で萌芽枝と普通枝との水浸出液 (500 g/l) を9月7～8日につくり実験した。さしつけは9月9日におこない、さしつけ後18日目に掘りとり発根状態をしらべた。その結果は第5表のとおりであった。

Table 5. The influences of water extracts of adventitious branch and ordinary branch on the rooting of *Populus nigra* cuttings.

	Rooting percentage	Non-rooting percentage	Number of main roots	Length of main roots (cm)
Adventitious branch	67.3	32.7	5.2±3.86	7.4±6.27
Ordinary branch	63.3	36.7	3.8±2.78	4.3±3.40

第5表によれば萌芽枝、普通枝いずれの浸出液で処理しても発根率には大きなちがいはみられないが、萌芽枝の浸出液で処理した場合には多少発根根数が増加し、根長の長い傾向がうかがわれる。したがって、萌芽枝には発根阻害物質はふくまれていないか、ふくまれているとしても大きな影響はないのではないと思われる。

²³⁾ 佐藤はアカマツのさしほのなかには発根阻害物質はないと報告している。また、¹⁵⁾ 沖村等がアカマツの枝葉の浸出液をアカマツのさしほに吸収させてさしつけた実験の結果をみても発根阻害作用はみとめられないようである。しかし、¹¹⁾ 大山、⁸⁾ 小笠原はアカマツのさしほには発根阻害物質がふくまれていると述べている。本実験においては発根阻害物質の存在は確認されなかった。本実験の結果からアカマツのさしほに発根阻害物質がないとは断言できないが、すくなくとも阻害物質の存在がアカマツのさしきの発根をわるくしている大きな原因ではないように思われた。

(4) さしほの水分収支の関係

萌芽枝と普通枝とのさしほの水分収支の関係を比較検討する目的で実験した。

(i) 第1回実験

4月15日に約10年生の母樹の萌芽枝と普通枝とからハタバを採取し、ガラス室内のアカツチ床にさしつけた。さしつけの翌日から30日目までのハタバの蒸散量と含水率をしらべた。これらの測定は毎回午後1～2時の間に任意にえらんだハタバについておこなった。蒸散量はトーション・バランスで重量をはかる方法によってもとめ、5分間の重量差をもって蒸散量とした。その結果は第5図のとおりであった。

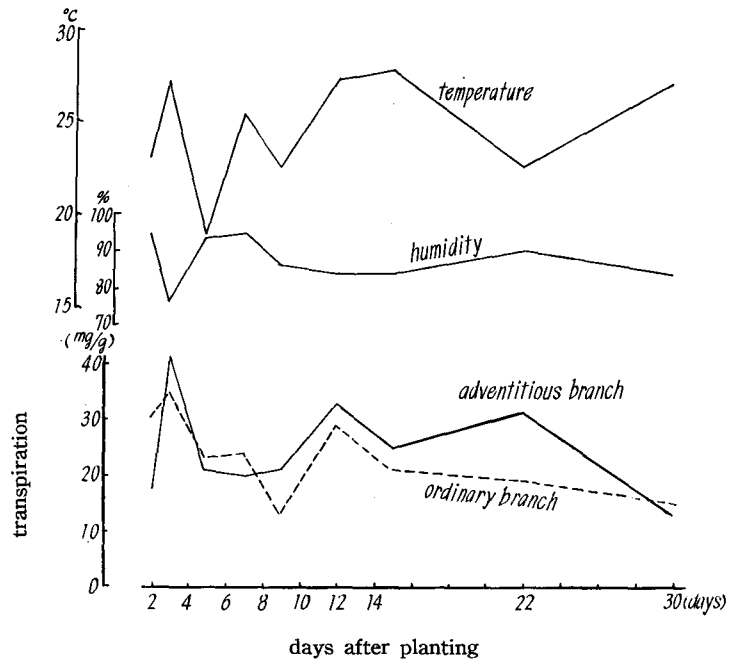


Fig. 5 Change of transpiration of cuttings after planting.

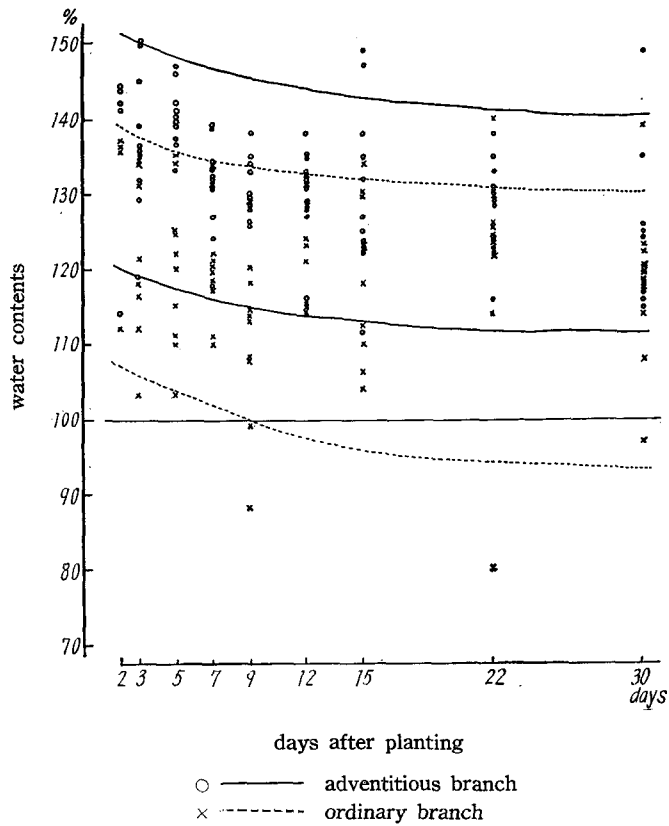


Fig. 6. Change of water contents of cuttings after planting.

第5図によってわかるように、普通枝からのハタバの蒸散量はさしつけ後9日目までは次第に減少したが、その後はあまり増減なく、ほぼおちついた値を示すようになった。萌芽枝からのハタバはさしつけ後7日目頃までは普通枝からのハタバに比し蒸散量がすくなく、その減少も顕著でなかった。また7日目以後蒸散作用が外的因子によって左右されにくくおちついたと思われるようになってからは萌芽枝からのハタバの蒸散量が普通枝からのハタバのそれよりも多くなってきた。

含水率は第6図に示すとおりで、さしつけてからの日数がたつにつれて次第に減少した。とくに、普通枝からのハタバはさしつけ後約1週間ほどの間の含水率の低下がいちじるしかった。また、普通枝からのハタバは萌芽枝からのハタバよりも含水率がひくく、含水率の変異の巾が大きかった。佐藤²¹⁾によるとアカマツの切り枝の永久凋萎点はおよそ100%であると述べている。ハタバに切り枝での結果をそのまま適用することには多少の疑問もあるが、一応これを目安として考えると、普通枝からのハタバには含水率が100%以下になったものが10日すぎ頃からぼつぼつあらわれた。また、含水率が永久凋萎点までさがらない場合でもこの点にあまりちかずくとハタバはよわるだろうから、やはり含水率の低下や変動の大きい普通枝からのハタバは萌芽枝からのそれよりも水分収支の均衡がやぶられやすい不安定な状態にあるように思われる。

(四) 第2回実験

第1回の実験によりアカマツの水分収支の均衡はさしつけ後およそ7~10日間がとくに不安定であることがうかがわれた。このことは佐藤、福原によってもみとめられている。そこで萌芽枝と普通枝とからとったハタバについて、この間の蒸散量と含水率とをしらべた。すなわち、9月24日にハタ

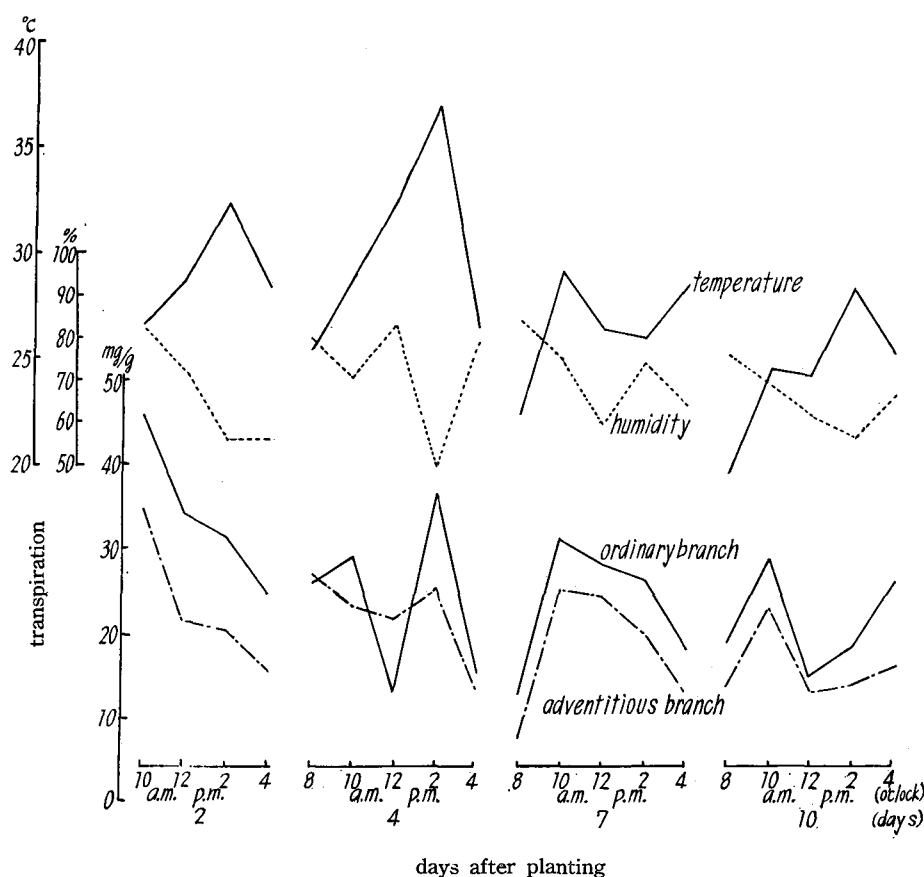


Fig. 7. Change of transpiration of cuttings after planting.

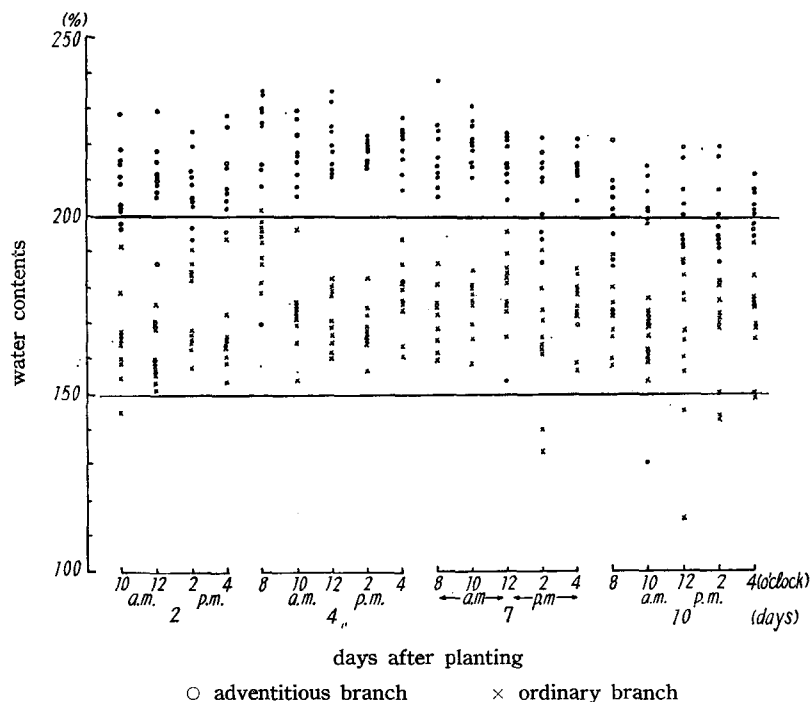


Fig. 8. Change of water contents of cuttings after planting.

バをさしつけ、その翌日（第2日目）、第4日目、第7日目および第10日目に午前8時から午後4時までの間、2時間ごとに蒸散量と含水率とをしらべた。その結果は第7図と第8図のとおりであった。

第7図によってわかるように、ハタバの蒸散量はさしつけ後2日目においては時間の経過とともにかなり急激に減少したが、4日目以後になると2日目にみられたような減少はみとめられなくなった。しかし、全体として蒸散量は日数の経過とともにわずかながら減少する傾向があった。萌芽枝と普通枝とをくらべると普通枝からのハタバのほうが蒸散量は多少多く、その変動も大きい傾向があった。含水率は萌芽枝からのハタバにおいて普通枝からのそれよりもたかかったほかには顕著なちがいはみられなかった。

以上要するに、第1回と第2回の実験結果にはかなりのちがいがあったが、2回の実験を通じておよそ次のことはいえるであろう。すなわち、さしつけ後およそ7～10日のさしほ（ハタバ）の水分収支の関係はかなり不安定であると思われた。とくに、普通枝からのハタバは萌芽枝からのそれに比しこの間の蒸散量が多く、その変動が大きく、水分収支の均衡がやぶれやすい不安定な状態を示した。また、この期間をすぎるとさしほの水分収支の均衡は多少安定してきたが、やはり萌芽枝からのハタバは普通枝からのそれよりも水分収支の関係は安定しているようであった。

(5) ま と め

以上萌芽枝と普通枝との生理的条件を比較検討したが、その結果によると萌芽枝が普通枝よりも発根に適した条件をそなえているようであった。すなわち、萌芽枝は普通枝よりもホルモンの比率がたかく、C-N比がひくく、さしつけ後しばらくの間の水分収支の均衡が安定しているようであった。また、萌芽枝、普通枝の水浸出液中にはポプラのさしきの発根を阻害する作用はみとめられず、アカマツには発根阻害物質が存在しないか、存在するとしても大きな影響はないようであった。

2. 萌芽枝の発根

前述のごとく、萌芽枝は普通枝よりも多少とも発根に適した内的条件をそなえているように思われ

たので両者の発根のちがいをしらべた。しかし、萌芽枝は母樹の側枝を切断処理する時期によって発達状態に差異を生じ、それが発根に影響することや採穂時期が発根に影響することが考えられるからこれらの点を考慮して実験した。

(i) 5月15日に母樹を処理した場合

約10～11年生の母樹の樹冠の下部の生長のよい側枝をえらんで切断処理して発達させた萌芽枝と比較のために樹冠の下部の生長のいちじるしくわるい普通枝をとって約3～4cmの長さに穂づくりした。実験は2回おこない、第1回は母樹に処理をほどこしてから6カ月後の10月8日に採穂してさしつけ、第2回は処理後11カ月をすぎた4月2日にさしほをとってさしつけた。さしき用土は第1回の実験では3～4mmの大きさの粒子からなる鹿沼土を第2回の実験では砂質の赤土を用いた。掘りとりは第1回の実験ではさしつけ後11カ月目の9月11日、第2回の実験ではさしつけ後138日目の8月20日におこなった。調査の結果は第6表のとおりであった。

Table 6. Rooting of adventitious branch and ordinary branch

Experiment	Kind of cuttings	Number of cuttings	Survival			Dead (%)	Number of main roots	Length of main roots (cm)
			Rooted (%)	Non-rooted (%)	Total (%)			
First	Adventitious branch	45	35.6	48.8	84.4	15.6	1.5±0.61	35.1±16.62
	Ordinary branch	45	2.2	0.0	2.2	97.8	1.0±—	23.4±—
Second	Adventitious branch	22	63.6	31.9	95.5	4.5	2.9±1.50	28.2±16.68
	Ordinary branch	23	43.5	26.1	69.6	30.4	2.7±2.37	26.9±13.68

第6表によって明らかなように、2回の実験を通じ、萌芽枝が普通枝よりも枯死率がかなりひくく、カルスの形成発達がよく、発根率がたかかった。しかし、発根根数や根長には明らかな差がみとめられなかった。また、第6表によってわかるように、採穂時期による発根の差が大きかった。すなわち春ざし²⁵⁾(第2回)が秋ざし¹¹⁾(第1回)よりもよく発根した。マツ属のさしきの適期は春秋2期とされているが、萌芽枝では秋ざしよりも春ざしがよいようであった。沖村も萌芽枝では春ざしがよいと述べている。同氏は萌芽枝は処理当年の秋にはまだ十分充実していないため春ざしにおとるのであろうという。筆者の観察においても同じようなことがみられ、内的な条件の差異が発根に関係したのであろうが、このほかに環境条件のちがいも考慮すべきであろう。

(ii) 6月中に母樹を処理した場合

6月上旬に母樹を処理した場合には発達してきた萌芽枝の中には生長を完成しないうちに冬をむかえ、翌春の採穂時には針葉のいちじるしく短かいものが相当数みとめられた。また、6月中～下旬に母樹を処理した場合には発生した萌芽枝は処理年内に十分な生長をとげなかった。このような生長の不完全な萌芽枝60本を翌春採取してさしきしたが、わずかに3本(5%)が発根したにすぎなかった。

(iii) 7月30日に処理した場合

この場合には石川、草下²⁾のいう芽出しハタバの状態を呈するだけでその年の生長をおわり、成葉は発達しなかった。翌春になり気温が上昇してくると再び生長を開始し、秋にはほぼ完全と思われるような外部形態をそなえてきた。このような萌芽枝を春と秋とに40本ずつとってさしきした結果は第7表のとおりである。

第7表によってわかるように、7月30日に母樹を処理して発達させた萌芽枝は発根がわるく、普通枝の発根とほとんど同じであった。

Table 7. Rooting behavior of adventitious branch

Date of planting	Rooted (%)	Non-rooted (%)	Dead (%)	Number of main roots	Length of main roots
Apr. 10	3.3	23.3	73.4	1.0±—	8.7±—
Oct. 15	7.5	48.5	44.0	2.0±—	16.6±—

以上要するに、5月15日に母樹を処理して発達させた萌芽枝は予期したとおり普通枝よりも相当よく発根したが、6月以降に母樹を処理しても萌芽枝は処理年内に十分な生長をとげず、このようなものはさしきしてもあまりよく発根しなかった。したがって、母樹の処理は5月中におえなければならないが、5月下旬に処理した場合にはその年内に十分生長しない萌芽枝ができるおそれがあるので、なるべく5月中旬頃までにおこなうのがよいようである。また、萌芽枝の発根も採穂時期に左右せられ、春さしと秋さしとで発根に差があった。本実験の結果では春さしがよかったが、これについてはなお検討の必要があるように思う。

3. 冬芽の有無とホルモン処理

第1章において述べたように、ホルモン処理の効果は無処理でもある程度よく発根する場合にのみ期待できる。前述のごとく、萌芽枝は普通枝よりもよく発根したからホルモン処理の効果があるのではないと思われるので実験した。また、冬芽の有無はさしほのホルモンのバランスや生理作用に影響し、発根にも影響すると思われるので、この点も考慮して実験した。

4月6日に約12～13年生の母樹から萌芽枝を採取し、全部の芽（2個以上）をつけておいたさしほ、もっとも小さい芽1個だけのこして他の芽を全部とってしまったさしほ、全部の芽をとってしまったさしほにわけて約4～5cmに穂づくりした。これら3通りのさしほを2組ずつにわけて、一方にホルモン処理をほどこした。ホルモン剤としてはインドール酪酸を用い100 mg/gの割合でタルクに混じ常法にしたがって処理した。そして3～4mmの大きさの粒子によって構成せられている鹿沼土の床に4月6日にさしつけた。さしつけ本数は各区50本。9月30日に掘りとり調査した結果は第8表のとおりであった。

Table 8. Experimental results of cuttings of adventitious branches

Kind of cuttings	IBA	Survival			Dead (%)	Number of main roots	Length of main roots
		Rooted (%)	Non-rooted (%)	total (%)			
All buds retained	Treatment	20	18	38	62	9.3±3.30	55.9±31.25
One buds retained		56	8	64	36	6.3±3.51	54.1±34.76
All buds removed		46	18	64	36	6.4±3.28	56.6±35.01
All buds retained	Non-treatment	24	20	44	56	2.7±1.06	23.2± 9.52
One buds retained		38	24	62	38	1.8±0.90	32.5±16.47
All buds removed		26	32	58	42	1.9±0.83	28.0±13.64

第8表によってわかるように、全部の芽をつけておいたさしほは芽の数を調節したさしほよりも枯死率がたかかったが、芽を1個つけておいたさしほと芽を全部とってしまったさしほとでは枯死率に明らかな差はなかった。¹⁶⁾ 沖村はさしほの芽をとってしまったさしほは全部枯死してしまったと報告しているが、³⁾ 石崎等によるとさしほの芽をとってしまったほうがよく発根したと述べている。本実験においては芽の数を調節したさしほのほうが全部の芽をつけておいたさしほよりも枯死率はひくかった。発根率は1個の芽をつけておいたさしほが全部の芽をつけておいたさしほや全部の芽をとってしまったさしほよりもたかかった。発根根数や根長に対する芽の有無の影響は明らかにみとめられなかった。

全部の芽をつけておいたさしほの枯死率がたかく、発根がわるかった原因はいろいろあるであろうが、およそ次のようなことが考えられた。さしきの発根にはさしほの同化作用による物質も多少関係はするが、主としてもとからさしほのもっている物質が関係する。全部の芽をつけておいたさしほはさしつけ後間もなく芽が活動しはじめ、かなり勢いよく生長した。そのためにさしほ体内の発根に必要な物質が消費されるだけでなく、地上部の活動がさかんなために水分の消費も多く吸水がこれにともなわず水分収支の均衡がやぶれやすかったことが原因しているのではないかと考えられた。芽を1個だけつけておいたさしほでも芽の活動はみられたが、もともと芽が小さく、伸長もおそく全部の芽をつけておいたさしほのような大きな障害がなかったのであろう。また、全部の芽をとってしまったさしほは針葉によって無芽の欠陥が多少ともおぎなわれるようであったが、発根に必要な芽からの下降物質の供給が完全にたたれてしまうために発根にわるい影響があったのであろう。

ホルモン処理の効果はかなり顕著であったが、その効果はさしほの芽の有無多少によって影響された。全部の芽をつけておいたさしほはホルモン処理をしても枯死率がたかく、発根率はたかめられなかったが、発根根数が増加し根長が長くなった。1個の芽をつけたさしほと全部の芽をとってしまったさしほとはホルモン処理をすると発根率がたかくなり根数が増加し、根長が長くなったが、枯死率だけはひくくならなかった。芽の有無多少によるホルモン処理の効果を比較すると、1個の芽をつけておいたさしほにおいてももっとも効果があり、全部の芽をとってしまったさしほがこれに次ぎ、全部の芽をつけておいたさしほで効果はもっとも小さかった。

要するに、予期したとおり萌芽枝のさしきではかなりホルモン処理の効果がみとめられた。しかし、枯死率がたかく、これはホルモン処理によってひくくすることはできないようであったから、環境条件の改善その他の手段によってさしほの枯死をふせぐことができれば、さらにホルモン処理の能率をたかめ、発根率を向上させることができるであろう。

第2節 環境条件

これまでにたびたび述べてきたように、さしきの発根には環境条件が大きく影響する。さしきの発根に関係する環境因子としては土壌、水、空気、温度などがあげられるが、これらの諸因子は決して単独で作用するものではなく相互に関係しあって作用する。したがって、発根に関与する環境条件を1つ1つ解明して、最適の条件を見出す必要がある。ここではアカマツのさしきの最適の環境条件を見出す目的でさしき用土、光線、温度などについてしらべた結果について述べる。

1. さしき用土

さしきの発根に直接間接影響する用土の性質としてはいろいろ考えられるが、その中でもとくに著しいのは用土中の養分量のちがいにもとづく腐敗菌類の多少と用土の理学的な性質すなわち保水、排水、通気¹⁰⁾などのちがいであろう。さしき用土の理学的性質の発根にたいする影響についてはすでに報告したので、ここでは用土中の有機物の多少の発根におよぼす影響について述べることにする。

3年生のアカマツ実生苗から当年生側枝をとり、新芽の基部から6～7cmの長さに穂づくりした。さしき用土としては腐植土、腐植土（3部）と砂（1部）の混合土^{*}、赤土、赤土（3部）と砂（1部）の混合土^{**}の4種類のものを使用した。これらの用土は別々に横約50cm、縦約30cm、深さ約10cmの木箱に密にみたし、10月15日に各用土ごとに30本ずつのさしほをその基部約4cmが地中になるようにさしつけ、毎日午前10時頃に1回十分灌水した。木箱はガラス室内において十分日光にあたるようにした。また、ガラス室は12月1日より翌年2月下旬までボイラーによって加温した。

さしつけの翌年3月27日に掘りとり調査した結果は第9表のとおりであった。

^{*}、^{**} 容積比で3:1の混合土

Table 9. Influences of properties of media on rooting of *Pinus densiflora* cuttings

Medium	Rooted (%)	Non-rooted		Total (%)	Dead (%)
		Callus (%)	Non-callus (%)		
Humus soil	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
Humus(3)+sand(1)	0.0	0.0	3.3	3.3	96.7
Red soil (sandy)	3.3	16.7	10.0	30.0	70.0
Red soil(3)+sand(1)	36.7	6.7	13.3	56.7	43.3

第9表によってわかるように腐植土をふくむ2種類の用土ではほとんど全部のさしほが腐敗枯死し、発根したものは1本もなかった。これにたいし、腐植をほとんどふくまない赤土および赤土と砂との混合土にさしつけたさしほは生存率が多少たかく、カルスの形成、発根がすぐれていた。

要するに、腐植にとむ用土ではさしほの腐敗枯死がふえる傾向があり、発根率がひくかった。菌類の種類、生息数、密度などに関する調査はおこなわなかったが、有機物(腐植)にとむ土壌は菌類の繁殖に必要な養分が多く、種々の腐敗菌も多く生息しているであろう。したがって、有機物にとむ土壌はさしき用土としては適当でないように思われる。赤土と赤土、砂の混合土を比較すると、赤土、砂の混合土にさしつけたさしほのほうが腐敗枯死がすくなく、発根率がたかかった。これは土壌有機物の含有量のちがいは考えられず、理学的性質のちがによるのであろう。

2. 光 線

さしきの発根にたいする光線の影響としては日長、庇陰、光線の性質などが考えられ、すでに若干の研究結果が公表せられて^{11) 23)~26)}いる。しかし、アカマツのさしきにおけるこの方面の研究はきわめてすくない。そこで、庇陰度と発根との関係について実験した。

3月12日に4年生の実生苗からハタバをとった。さしき用土は1~2mmの土壌粒子からなる鹿沼土を用い1/50000のワグナー・ポットに密にいった。ポットは5個を使用し、それぞれに60本ずつのハタバをさしつけた。さしつけ後ポットは野外に設置した90%、75%、50%、25%および0%の庇陰格子の中におき、毎日1回(雨天の日を除く)十分灌水した。さしつけ後106日目にあたる6月26日に掘りとり調査した結果を示せば第10表のとおりであった。

Table 10. The influences of shade on the rooting behavior of the leaf-bundle cuttings

Grade of shade (%)	Survival			Dead (%)	Number of main roots	Length of main roots (cm)
	Rooted (%)	Non-rooted (%)	Total (%)			
90	0	0	0	100	—	—
75	0	15	15	85	—	—
50	15	70	85	15	1.5±0.70	5.6±2.50
25	18	62	80	20	1.6±1.25	4.8±2.41
0	51	16	67	33	3.0±1.44	8.2±7.21

第10表によってわかるように、90%および75%の庇陰区ではさしほの枯死率がきわめてたかく、全部または大部分が枯死した。50%以下の庇陰区では庇陰度の小さくなるにしたがって枯死率はたかくなる傾向があった。75%以上の庇陰下にさしきした場合に枯死率のたかかったのは光線がさえぎられた結果、環境条件にいろいろ変化的変化がおこったことが原因しているであろうが、さしほが生きていくのに必要な光線量が不足したことが主な原因であろう。50%以下の庇陰区において庇陰度の小さいほど枯死率のたかい傾向のあったのは50%、25%の庇陰区では光線がさしほを枯死せし

めるほど不足しなかったことと蒸散量が庇陰をあたえなかった試験区よりも小さく、水分収支の均衡がよくなったことによるのであろう。なお全試験区を通じハタバさしとしては枯死率がたかかった。この原因は十分明らかでなかったが、野外で実験したためガラス室内での実験のようによい環境条件下にさしほがおかれなかったためではないかと思われた。

カルスは枯死しなかったさしほにはすべてよく形成せられていたが、枯死したさしほの中にもカルスの形成されているものが相当数あった。カルスの形成と発達とは75%以上の庇陰区において他の庇陰区よりわかった。

発根率は庇陰度のつよくなるほどひくくなる傾向があり、75%、90%両区では1本も発根しなかった。発根率は最高51%（無庇陰区）で全体にひくかったが、これは枯死率のところで述べた条件のほかに温度も影響しているようであった。すなわち、第9図に示したように、各試験区のさしき床の温度がさしつけ後約1カ月余のあいだひくく、掘りとり時が発根開始後まもない時期であったことも原因しているようであった。また、実験期間中を通じ庇陰度のたかい試験区ほどさしき床の温度はひくい傾向があった。したがって、75%以上の庇陰区は別として50%および25%の両試験区は庇陰をあたえなかった試験区よりも実験期間を延長すれば温度の上昇にともなって発根率はたかくなるかも知れない。しかし、庇陰をあたえなかった試験区が25%、50%の庇陰区よりも早く発根する傾向のあることは明らかであろう。発根根数と根長とは第10表に示したように、庇陰をあたえなかった場合が庇陰をあたえた場合よりもすぐれていたが、25%と50%との庇陰区のあいだには明らかな差がみとめられなかった。

以上要するに本実験の結果によれば、75%以上の庇陰下にさしほを常時おくと光線の不足のためかいちじるしく枯死率がたかくなり、発根がわるくなった。25~50%の庇陰下では全く庇陰をあたえない場合より枯死率がひくくなった点ではすぐれていたが、発根は多少ともわるくなった。これはさしき床の温度の低下やさしほの生理作用に必要な光線量が制限されることが原因であろう。

マツ属のさしき床に日よけをかけるのがよいか、かけないのがよいかについては若干の報告がある。^{7) 1) 11)} これらによれば常時日よけをかけるのはよくないとされている。本実験においても同じような結果がえられた。しかし、さしほはさしつけ後約1週間ほどは水分収支の均衡がやぶれやすい状態にあるし、夏期においてあまり直射光線がつよすぎる場合などには日よけをして直射光線のある程度ふせぐのがよいように思われる。

なお、さしきの発根には光線の性質、強さ、日長などもまた重要な影響をおよぼす。これらの影響を究明することは今後に残された課題である。

3. 温度

Komissarov は *Pinus sylvestris* のさしきでさしき床の温度が20~25°Cではほとんど発根せず、

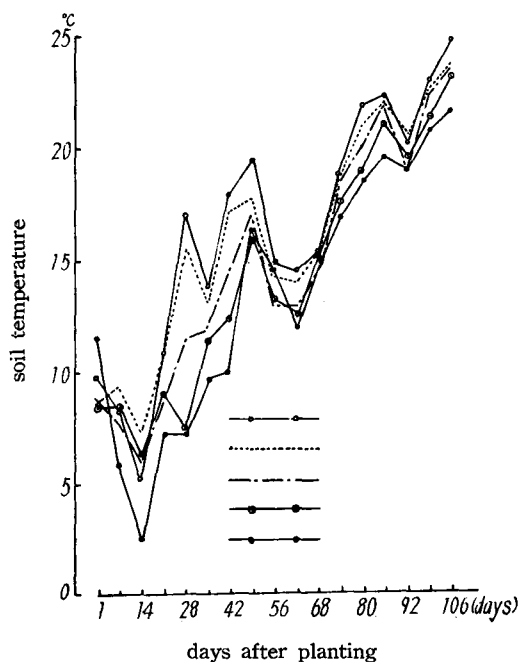


Fig. 9. Temperature in cutting media.
(Comparison of data between the soil temperature and the shade grade)

30~35°C でよく発根したことからさしき床の温度を人為的にあげる必要があると述べ、Dorman²⁵⁾ は *P. palustris* のさしきで 85°F (35°C) にまで加温している。しかし、多くの研究者はさしき床の加温の必要をみとめていない。アカマツについてもさしき床の加温の必要をみとめた報告は沖村¹⁷⁾の秋ざしの実験だけである。筆者は温度と発根との関係についての実験をおこなっていないので、アカマツのさしきの最適温度が何度であるかは明白でないが、これまでの実験結果から推測しておよそ 23°~30°C の範囲の温度で十分発根するようである。したがって、秋ざしは別として春ざしの場合には加温の必要はないように思われた。

ま と め

萌芽枝と普通枝との発根に関する内的条件をしらべた結果は次のようであった。

- (1) 萌芽枝は普通枝よりもホルモンの比率がたかかった。
- (2) 萌芽枝は普通枝よりも C の含有量がすくなく、N の含有量が多かった。したがって、C-N 比は萌芽枝のほうがひくかった。
- (3) 萌芽枝、普通枝の水浸出液にはポプラのさしきの発根を阻害する作用はみられなかった。
- (4) 萌芽枝からのハタバは普通枝からのハタバよりもさしつけ後しばらくのあいだの水分収支の均衡がよくもたれていた。

以上要するに、萌芽枝は普通枝よりも発根に適した内的条件をそなえているようであった。そこで、発根の良否を検討した。

(5) 5月中旬に約10年生の母樹を処理して発達させた萌芽枝を処理当年の秋10月28日と翌春4月2日とにさしつけた。その結果、萌芽枝は普通枝よりもかなりよく発根した。しかし、母樹を処理する時期によって発達してくる萌芽枝の生長や発根能力に差が生じた。すなわち、5月中旬までに処理して発達させた萌芽枝は処理年内に十分生長し、さしきの発根もすぐれていたが、6月以降に母樹を処理して発達させた萌芽枝はその年内に十分な生長をとげず発根もまたわるかった。したがって、萌枝芽の発達をうながすための処理は5月中旬までにおわるのがよいようであった。

(6) 萌芽枝は秋ざしよりも春ざしがよいようであった。

(7) 萌芽枝のさしほの芽を全部とってしまうと発根はわるくなった。さしほの芽を全部のこしておいたさしほもまたわるく、もっとも小さい芽1個だけをのこしておいたさしほがもっともよく発根した。

(8) ホルモン処理をすると発根は促進せられたが、とくに1個だけ芽をつけておいたさしほにおいて効果が大きかった。

次に環境条件について実験した結果は次のとおりであった。

(9) さしき用土中に有機物がふくまれている場合にはその量の多くなるにしたがってさしほの枯死腐敗率が増加し、発根率が低下する傾向があった。

(10) 常時75%以上の庇陰下にさしきしておくときと光線の不足のためか、枯死率がいちじるしくたかくなり、発根も非常にわるくなった。25~50%の庇陰下にさしつけた場合には庇陰をあたえなかった場合よりも枯死率はひくくなったが、発根は多少おくれるようであった。したがって、あまりつよい日よけをするのはよくないようであった。

(11) 発根に必要なさしき床の温度はおよそ23°~30°Cの範囲にあるようであった。したがって、秋ざしの場合は別として、春ざしでは加温の必要はあまりないと思われる。

結 び

以上要するに、これまでの土ざし実験では明らかにすることができなかった発根の経過を水耕法に

よって正確に把握することによって発根とホルモンとの関係をかなり明らかにすることができたように思う。すなわち、発根はさしほのホルモンの比率に関係し、この比率がたかいほどよく発根する傾向があった。そして、ホルモン処理によってさしほのホルモンの比率をたかめると、多くの場合発根が促進せられることをみとめたが、その効果はさしほの内的条件や環境条件によって左右せられる。一般にさしほの内的条件が非常に不適当な場合や適当な場合にはホルモン処理の効果は全くみとめられないか、みとめられても非常に小さかった。以上は主として発根の容易なポプラ、メタセコイアについての実験結果であるが、これを基礎として発根困難樹種アカマツの研究へと進んだ。そして、ホルモンの比率がたかい多少わかがえったと思われる萌芽枝を用いて、ホルモン処理をほどこし、適当な環境条件下にさしつけることによって、ほとんど発根しないといわれている約 10 年生のアカマツ母樹からとったさしほを約 60 % 発根させることができた。この結果では事業的にアカマツをさしきによって増殖するためにはまだまだ不十分であるが、今日まで発根困難視されてきたアカマツのさしきを一步前進させることができたと考える。しかし、さしきの発根にはホルモン、ホルモン以外の物質すなわち内的条件と環境条件とが関係し、その機作はきわめて複雑で、まだまだ研究を要する幾多の問題がのこされている。これら未解決の問題は今後の研究に待ちたい。

摘 要

本報告はさしきの研究の一端としてホルモンと発根との関係を主として発根の容易なポプラおよびメタセコイアについてしらべた結果と、それによってえられた知見をもととしておこなった発根困難樹種アカマツに関する実験結果をとりまとめたものである。

I. ホルモンと発根

(1) メタセコイアの樹冠の上部と下部とからとったさしほのホルモンをアベナ・テストによってしらべ、発根のすぐれている樹冠下部からのさしほが発根のわるい樹冠上部からのさしほよりも生長促進物質が多く、生長抑制物質がすくないことをみとめた。また、スギやメタセコイアのさしきでは採穂母樹の年令がわかいほどよく発根する傾向があるが、これらの樹種では年令のわかい母樹からのさしほほど生長促進物質の生長抑制物質にたいする量的な比率（ホルモンの比率）のたかい傾向があった。

(2) ホルモン処理によってホルモンの比率を適当にたかめると発根が促進せられたが、その効果はさしほの内的条件や環境条件によって左右せられる。

(3) ホルモン処理の効果はもともと発根に非常に適している場合や不適当な場合には小さく、無処理でおよそ 30 % の発根率を示すようなさしほでもっとも大きかった。

II. アカマツのさしき

約 10~13 年生のアカマツの側枝を切断処理して発達させた萌芽枝の発根に関係すると考えられる内的条件と普通枝のそれとを比較検討した。

(4) 萌芽枝は普通枝よりもホルモンの比率がたかかった。

(5) 萌芽枝は普通枝よりも C の含有量がすくなく、N の含有量は多かった。したがって、C-N 比は萌芽枝のほうがひくかった。

(6) 萌芽枝と普通枝との水浸出液にはポプラのさしきの発根を阻害する作用はみとめられなかった。

(7) 萌芽枝からとったハタバは普通枝からとったハタバよりもさしつけ後しばらくのあいだの水分収支の均衡がよくたもたれていた。

要するに萌芽枝は普通枝よりも発根に適した内的条件をそなえているようであった。そこで、萌芽枝のさしきの発根の良否をしらべた。

(8) 5月中旬に母樹の側枝を切断処理して発達させた萌芽枝を処理当年の秋と翌春にさしきし、普通枝よりもかなりよく発根することをみとめた。秋ざしと春ざしとでは春ざしのほうがよかった。

(9) 萌芽枝は母樹を処理する時期によって生長に差を生じ、5月中旬頃までに処理した場合には処理年内に十分な生長をとげたが、6月以降に処理した場合にはその年内に十分生長しなかった。処理年内に十分生長した萌芽枝はよく発根したが、未発達の萌芽枝はあまりよく発根しなかった。

(10) 萌芽枝のさしほの芽の数を調節した結果、もっとも小さい芽1個だけつけたさしほがもっともよく発根し、次いで全部の芽をとってしまったさしほがよく、全部の芽をつけておいたさしほがもっともわるいことをみとめた。

(11) 萌芽枝のさしきのホルモン処理はかなり効果があった。とくに、1個だけ芽をつけておいたさしほにおいてももっとも効果があった。

次に環境条件について実験した結果を要約すると次のとおりであった。

(12) さしき用土中の有機物量は多いほどわるく、さしほの枯死腐敗率がたかくなり、発根率が低下した。

(13) 75%以上の底陰下に常時さしつけておくとさしほの枯死率がいちじるしくたかくなり、発根率が低下した。25~50%の底陰を常時あたえたと全く底陰をあたえなかった場合よりもさしほの枯死は多少すくなかったが、発根はいくぶんわるくなった。

(14) 発根に必要なさしき床の温度はおよそ23~30°C前後であろうと考えられた。

文 献

- 1) Doran, W. L.: Vegetative propagation of white pine. Mass. Agr. Expt. Sta. Bull. 435, 1946.
- 2) 石川広隆・大橋弘毅: マツ類のさしきに関する研究(Ⅰ), 大山アカマツのエダザンについて, 林試研報, 119, 1960.
- 3) 石崎厚美・上中作次郎: 九州におけるマツ類のさしきについて, 林業技術, 204, 1957.
- 4) 菊地秋男: 果樹園芸学, 養賢堂.
- 5) 岸根賢一郎・佐藤大七郎: スギさしきの根がでるまでの同化, 呼吸と貯蔵物質の消費, 日林誌 38, 2, 1956.
- 6) Kommissarov, D. A.: Applying growth substances to increase the rooting capacity in cuttings of woody species and shrubs. Acad. des Sci. U.S.S.R. Compt. Rend. 18, 1938 (文献による)
- 7) Michell Afanasiev: Effect of Indole butyric acid on rooting of green wood cuttings of some deciduous forest trees. Jour. Forestry. 37, 1, 1939.
- 8) 小笠原隆三: アカマツのさしほの不定根形成に関する生理学的研究(Ⅰ), 日林誌, 43, 11, 1961.
- 9) 小笠原健二: 林木のさしきに関する研究, 京大演報, 27, 1958.
- 10) 小笠原健二: クロマツ, アカマツのさしきの発根におよぼす用土の理学的性質の影響, 京大演報, 33, 1961.
- 11) 大山浪雄: 発根阻害物質の生成に及ぼす光線の影響, 日林関西支講集, No. 8, 1958.
- 12) 同上, 豊島昭和: 日本産有名松および外国産マツ属のさし木の発根能力, 日林関西支講集, No. 9, 1959.
- 13) 同上: 萌芽枝の発根性, 林木の育種, No. 6, 1958.
- 14) 同上: アカマツのさしきの発根におよぼす日射量の影響, 日林関西支講集, No. 10, 1960.
- 15) 沖村義人, 他: アカマツのさしきに関する研究(Ⅰ), 日林誌, 36, 11, 1954.
- 16) 同上: マツ類のさしきに関する研究(5), 挿穂の芽の数が発根に及ぼす影響, 日林関西支講集, No. 8, 1958.
- 17) 同上: 同上(6), 日林誌, 43, 11, 1961.
- 18) 斎藤孝蔵・須藤昭二: スギサンキの栄養生理学的研究, 日林講集, 1952.
- 19) 同上: スギ挿木の内的要因に関する研究, 日林講集, 1953.
- 20) 佐藤大七郎・福原楯勝: さしつけてからしばらくのあいだのさしほの水分関係, 東大演報, 45, 1953.
- 21) 同上: スギ, ヒノキ, アカマツのマキツケ苗の耐寒性, とくに樹種のあいだのちがいにについて, 東大演報, 51, 1956.
- 22) 佐藤清左衛門: 2, 3 樹木の滲出液の発根阻害作用, 日林誌, 34, 6, 1952.
- 23) Zak, B.: Rooting white pine cuttings. Northeastern Forest Expt. Sta. Occas. Paper. No. 11, 1940.
- 24) Toda, R.: Rooting ability of pine leaf-bundle cuttings can be improved by environmental control before their collection. 林試研報, 57, 1952.
- 25) 戸田良吉: マツ類のさしきについて—総合抄録—林試研報, 65, 1953.

- 26) 塚本洋太郎：花卉園芸の基礎問題 (2), 農業及園芸, 33, 2, 1958.
 27) 大山浪雄：ヤマモモのさしほに含まれる発根阻害物質とさしきの発根をよくする方法, 林試研報, No. 99, 1957.

Résumé

This report deals with some results of the experiments the authors carried on, as a part of studies on the cuttings of forest trees, with an intention to clarify the relationship between the rooting responses of cuttings and their phytohormones. To make these problems clear, the authors experimented in the first place with the rooting behavior by the method of water culture, using the cuttings obtained from the mother trees of *Populus nigra* and *Metasequoia glyptostroboides*. In the second step the knowledge derived from the first experiment was to apply the experiment on *Pinus densiflora* cuttings, which was recognized as very difficult material for rooting.

1. Relationship between the rooting responses of cuttings and their hormones.

1) In *Metasequoia*, the cuttings taken from the lower part of the crown contained more growth inducing substances and less growth inhibiting substances than that from the upper part.

In the cuttings of *Cryptomeria japonica* and *Metasequoia*, the growth inducing substances seemed to increase, and the inhibiting substances to decrease, in accordance with the advance of age. The rooting was most favorable when the hormone ratio (the ratio of the volume of growth inducing substances to the growth inhibiting substances) was high.

2) Rooting of cuttings was induced when the hormone ratio was adjusted by hormone treatment. The effects of the treatment seemed to vary with the degree of rooting ability of cuttings. The effect, however, was remarkable on the cuttings having a rooting ability of 30 % (rooting percentage) in a non-stabilized state, and the effects decreased as the rooting ability rose or decreased from this figure.

2. Cuttings of *Pinus densiflora*

In order to improve the ability of the cuttings to root in *P. densiflora*, the part of the top part of the lateral branches of the 10—13 years old mother trees were cut out, and from the section developed adventitious branches.

3) The adventitious branches showed a higher hormone ratio than the ordinary ones, and the former contained more nitrogen and less carbon than the latter and showed a smaller C—N ratio.

4) The water extracts of *P. densiflora* cuttings had no apparent restraint on the rooting of *Populus nigra* ones.

5) The cuttings of leaf-bundles obtained from the adventitious branches kept the waters balance for some time being planted compared with the ordinary ones. From these results the authors thought that the adventitious branches provide more excellent conditions of inner part than the ordinary ones for the rootings.

6) When the top parts of lateral branches of the mother trees of 10—12 years old were cut off in the middle of May, the adventitious branches developed. The cuttings of these (adventitious ones) were planted in the autumn of the same year and in the next spring they rooted much better than the ordinary ones.

7) When the top parts of lateral branches of the mother trees were cut off in the middle of May, the adventitious branches reached the full growth within the same year, and the cuttings obtained from these showed good rooting. When the branches of the mother trees were treated, the rooting was not good.

8) The rooting of the cuttings of adventitious branches, which contained only one bud, was best. The rooting of those from which all of the buds was cut off was good in the second place and for those on which all of the buds were left was feeble.

9) Hormone treatment took effect for the cuttings of adventitious branches: the cuttings which retained all of the buds showed a high percentage of the dead cuttings and the rooting percentage was not improved by the treatment. But both the number of roots, and the total length of main roots per rooted cuttings were fairly increased. The cuttings which retained a single bud and the ones from which all of the buds were cut off were both encouraged by the hormone treatment in regard to the percentage of rooted cuttings, the number of main roots, and the total length of main roots per rooted cutting. Therefore, the hormone treatment was especially effective on the cuttings which retained only a single bud.

3. Environmental conditions

10) The percentage of the dead and decayed cuttings became larger in proportion to the amount of organic materials in the cutting medium.

11) Under the shade of 75~90 %, the percentage of rooted cuttings was very small, while that of the dead cuttings was high. In the shade of 25~50 %, the percentage of the dead cuttings was smaller than that of the cuttings which were not given any shade (open) at all. However, it seemed to more or less slow down for the rooting.

12) It seemed that the favorable temperature for a cutting medium ranged from 23°C to 30°C.